

Method of controlling the braking pressure as a function of the rate of pedal actuation

Veröffentlichungsnr. (Sek.) ☐ US5816667
Veröffentlichungsdatum : 1998-10-06
Erfinder : JOKIC MILE (DE)
Anmelder :: ITT MFG ENTERPRISES INC (US)
Veröffentlichungsnummer : ☐ DE4430461
Aktenzeichen:
(EPIDOS-INPADOC-normiert) US19970793641 19970227
Prioritätsaktenzeichen:
(EPIDOS-INPADOC-normiert) DE19944430461 19940827; WO1995EP02997 19950728
Klassifikationssymbol (IPC) : B60T8/34 ; B60T8/32 ; B60T7/12 ; B60T13/66
Klassifikationssymbol (EC) : B60T8/32D14D, B60T13/72
Korrespondierende Patentschriften ☐ EP0776286 (WO9606763), B1, JP10504782T,
☐ WO9606763

Bibliographische Daten

PCT No. PCT/EP95/02997 Sec. 371 Date Feb. 27, 1997 Sec. 102(e) Date Feb. 27, 1997 PCT Filed Jul. 28, 1995 PCT Pub. No. WO96/06763 PCT Pub. Date Mar. 7, 1996 In a method of controlling the braking pressure as a function of the rate of pedal actuation, by way of a braking pressure generator which is driven by an independent force when an actuation threshold is exceeded, the actual values of the pedal travel and the vehicle deceleration or the braking pressure are determined during partial braking operations, and the actual values are compared with the nominal values or series mean values. Correction factors are derived from the respective deviation of the actual values from the nominal values, and an adaptation factor is determined in a learning process over successive partial braking operations. To determine the actuation threshold, the basic value of the threshold is multiplied by the adaptation factor.

Daten aus der esp@cenet Datenbank - - I2

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

Offenlegungsschrift
DE 44 30 461 A 1

Int. Cl.⁶:
B 60 T 8/32

(21) Aktenzeichen: P 44 30 461.7
 (22) Anmeldetag: 27. 8. 94
 (43) Offenlegungstag: 29. 2. 96

DE 44 30 461 A1

71) Anmelder:
ITT Automotive Europe GmbH, 60488 Frankfurt, DE

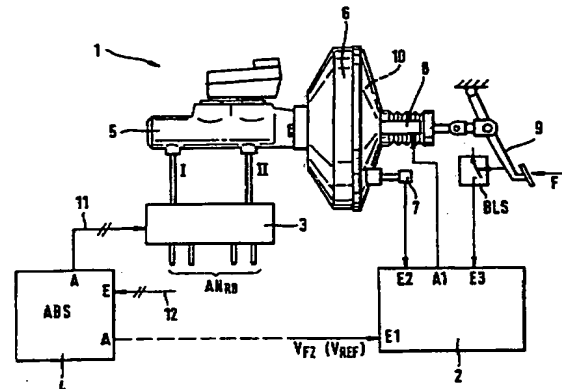
⑦2 Erfinder:
Jokic, Mile, 60439 Frankfurt, DE

56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	43 29 139 C1
DE	42 34 041 C1
DE	42 08 496 C1
DE	41 02 497 C1
DE	40 28 290 C1
DE	40 03 957 A1

64 Verfahren zur Steuerung des Bremsdrucks in Abhängigkeit von der Pedalbetätigungsgeschwindigkeit

57) Bei einem Verfahren zur Steuerung des Bremsdruckes in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit der Pedalbetätigung, mit Hilfe eines Bremsdruckgebers, der beim Überschreiten einer Zugschaltswelle durch eine Fremdkraft angesteuert wird, werden bei Teilbremsungen die Ist-Werte des Pedalweges (s_{ist}) und der Fahrzeugverzögerung (a_{ist}) oder des Bremsdruckes (p_{ist}) ermittelt und die Ist-Werte mit den Soll-Werten oder Serien-Mittelwerten verglichen. Aus der jeweiligen Abweichung der Ist-Werte von den Soll-Werten werden Korrekturfaktoren ermittelt und, es wird in einem Lernverfahren über nacheinanderfolgende Teilbremsungen ein Anpassungsfaktor bestimmt. Zur Bildung der Zugschaltswelle wird dann der Grundwert dieser Schwellen mit dem Anpassungsfaktor multipliziert.



DE 44 30 461 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

BUNDESDRUCKEREI 01. 98 508 069/365

9/27

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Steuerung des Bremsdruckes einer Kraftfahrzeug-Bremsanlage in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit der Pedalbetätigung, mit Hilfe eines Bremsdruckgebers, der beim Überschreiten einer Zuschaltswelle durch eine Fremdkraft angesteuert wird, wobei die Zuschaltswelle aus einem von der Pedalgeschwindigkeit abhängigen Schwellwert oder Grundwert und aus von der Fahrzeuggeschwindigkeit sowie von dem Pedalweg abhängigen Faktoren gebildet wird.

Aus der DE 40 28 290 C1 ist bereits ein Verfahren zur Verkürzung des Bremsweges in kritischen Fahrsituationen bekannt, bei dem eine Fremdkraft für einen erhöhten Bremsdruck sorgt, sobald die Pedalbetätigungsgeschwindigkeit einen Schwellwert übersteigt. Man geht davon aus, daß es Fälle gibt, in denen bei einer Panik- oder Notbremsung der Fahrer das Pedal zwar mit hoher Geschwindigkeit betätigt, jedoch nur eine unzureichende Kraft auf das Pedal ausübt. Durch die Fremdkraft wird daher in dieser Situation der Fahrer unterstützt und dadurch eine Bremskraft hervorgerufen, die höher ist als die Bremskraft, die bei normaler Pedalbetätigung der Pedalkraft entsprechen würde.

Aus verständlichen Gründen muß sichergestellt sein, daß die Fremdkraft nicht ungewollt auftritt, weil dies eine unerwünscht hohe, mit einem Auffahrtsrisiko des nachfolgenden Fahrzeugs verbundene Verzögerung des Fahrzeugs zur Folge hätte.

Die Zuschaltswelle der Fremdkraft sollte also einerseits so niedrig liegen, daß auch bei einem nicht allzu kräftigen Fahrer diese Schwelle in einer Notsituation mit Sicherheit überschritten wird, doch sollte sie andererseits so hoch liegen, daß eine unbeabsichtigte Fremdkraftansteuerung unterbleibt. Das Erfüllen dieser gegensätzlichen Forderungen bereitet insbesondere deswegen Schwierigkeiten, weil die Pedalbetätigungscharakteristik eines Fahrzeugs von Fertigungstoleranzen der einzelnen Bauteile und auch von dem Zustand der Bremsanlage und der Bremsflüssigkeit abhängig ist.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu entwickeln, das eine möglichst genaue Einstellung und Einhaltung der Zuschaltswelle ermöglicht.

Es hat sich herausgestellt, daß diese Aufgabe durch das im Anspruch 1 beschriebene Verfahren gelöst werden kann. Das Besondere des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß bei Teilbremsungen die Ist-Werte des Pedalwegs und/oder der Fahrzeugverzögerung und/oder des Bremsdruckes ermittelt werden, daß die Istwerte mit Sollwerten, die Vorgaben, Serien-Mittelwerte oder dergl. sind, verglichen werden, daß aus der jeweiligen Abweichung der Ist-Werte von den Sollwerten Korrekturfaktoren ermittelt werden, daß in einem Lernverfahren über nacheinanderfolgende Teilbremsungen ein Anpassungsfaktor gebildet wird und

daß zur Bildung der Zuschaltswelle der Grundwert zusätzlich mit dem Anpassungsfaktor multipliziert wird.

Erfindungsgemäß wird also in einem Lernverfahren die Pedalbetätigungscharakteristik auf ein vorgegebenes Verhalten oder auf einen Serien-Mittelwert eingestellt. Die bisher für die Pedalcharakteristik entscheidenden Einflußfaktoren, wie

— Entlüftungszustand der Bremsanlage (Luft im

System),

— Belagqualität (weich; hart),

— Leerweg,

— Alterungs- und Verschleißauswirkungen,

— Volumenaufnahme der hydraulischen Verbraucher und

— Fertigungstoleranzen verlieren an Bedeutung,

werden kompensiert oder in ihrer Auswirkung entscheidend gemildert.

Die Zuschaltswelle kann nun recht genau auf den vorgenannten Kompromißwert eingestellt werden, der Fahrer mit unterschiedlichen Pedalbetätigungsgewohnheiten zufriedenstellt.

Nach einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel der Erfindung werden während der einzelnen Teilbremsvorgänge die Ist-Werte des Pedalwegs und der Beschleunigung gemessen, der Pedalweg-Ist-Wert mit dem Sollwert der Fahrzeugverzögerung oder dem Sollwert des Bremsdruckes verglichen und ein Korrekturfaktor aus den Soll- und Ist-Werten abgeleitet.

Weiterhin besteht ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens darin, daß der Anpassungsfaktor durch Mittelwertbildung über nacheinanderfolgende Teilbremsungen, bei denen der Pedalweg und/oder die Fahrzeugverzögerung einen vorgegebenen Mindestwert überschreiten, gebildet wird.

Es ist zweckmäßig, die Korrekturfaktoren durch Vergleich der Ist-Werte mit tabellarisch, z. B. im Festwertspeicher eines Mikrocontrollers, gespeicherten Sollwerten zu ermitteln.

Des weiteren besteht eine Ausführungsart der Erfindung darin, daß durch Plausibilitätsüberlegungen bestimmte Meßwerte während des Lernverfahrens ausgeschlossen werden. So ist es sinnvoll, bei der Mittelwertberechnung zur Bildung des Anpassungsfaktors außergewöhnliche, z. B. durch Berg- oder Talfahrt oder durch Regelungsvorgänge beeinflusste Meßwerte, die natürlich von den Normalwerten oder Mittelwerten abweichen, im Lernvorgang des Anpassungsfaktors nicht zu berücksichtigen.

Schließlich besteht eine Ausführungsart des erfindungsgemäßen Verfahrens noch darin, die Pedalbetätigungsgeschwindigkeit, wenn es sich um einen Bremsdruckgeber mit einem Unterdruck-Bremskraftverstärker handelt, mit Hilfe eines den Membranweg des Verstärkers messenden Sensors zu ermitteln.

Weitere Einzelheiten der Erfindung gehen aus der folgenden Beschreibung anhand der beigefügten Abbildungen hervor.

Es zeigen

Fig. 1 in schematischer Darstellung die wichtigsten Komponenten einer Bremsanlage zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens und

Fig. 2A—C Diagramme zur Veranschaulichung der Arbeitsweise der Bremsanlage nach Fig. 1.

Nach dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 besteht die Bremsanlage im wesentlichen aus einem pedalbetätigten Bremsdruckgeber 1, einem elektronischen Steuergerät 2, einem Ventilblock 3 und einem Regler 4. Die Komponenten 1 und 2 sind zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens erforderlich, während eine Verwendung der Komponenten 3 und 4, die die Bremsanlage zu einem Antiblockiersystem (ABS) erweitern, nur deswegen sinnvoll ist, weil eine Bremsanlage mit Fremdkraftansteuerung zweckmäßigerweise so ausgelegt wird, daß bei Fremdkraftansteuerung die Blockierschwelle erreicht wird.

Der Bremsdruckgeber 1 setzt sich aus einem Tandemhauptylinder 5 mit einem vorgeschalteten Unterdruck-Bremskraftverstärker 6 zusammen. Der Pedalweg wird im vorliegenden Fall durch einen Membranwegsensor 7 erfaßt, der ein elektrisches, den zurückgelegten Pedalweg anzeigendes Signal erzeugt und dem elektronischen Steuergerät 2 zuleitet. Am Eingang des Unterdruck-Bremskraftverstärkers 6 befindet sich ein elektromechanisch betätigbares Ventil 8, durch dessen Ansteuerung eine Fremdkraft, die in gleicher Richtung wie die auf das Pedal 9 ausgeübte Pedalkraft F wirkt, ausgeübt wird. Über das Ventil wird zur Fremdkraftansteuerung eine Verbindung von der Atmosphäre zur Unterdruckkammer 11 des Bremskraftverstärkers 6 hergestellt und dadurch in bekannter Weise eine Kraft auf die (nicht gezeigten) Kolben des Hauptylinders 5 ausgeübt, die schließlich den erwünschten Bremsdruck in den Bremskreisen I, II der Bremsanlage hervorrufen.

In Fig. 1 ist außerdem noch ein Bremsbetätigungs- oder Bremslichtschalter BLS symbolisch angedeutet, dessen Ausgangssignal ebenfalls dem Steuergerät 2 über einen Eingang E3 zugeführt wird und der u. a. zur Absicherung und Überwachung einzelner Funktionen der Bremsanlage dient.

Die Pedalbetätigungsgeschwindigkeit v_{ped} wird mit Hilfe der Elektronik des Steuergerätes 2 aus den Ausgangssignalen des Membranwegsensoren 7 abgeleitet.

Außerdem wird dem Steuergerät 2 über einen Eingang E1 die Fahrzeuggeschwindigkeit V_FZ oder eine Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit V_{REF} signalisiert. Bei Anlagen mit ABS kann dieses Signal unmittelbar, wie durch die Strichelung angedeutet ist, dem ABS-Regler 4 entnommen werden.

Der Ventilblock 3, an der über die angedeuteten Anschlüsse ANRB die Radbremsen angeschlossen werden, dient zur Bremsdruckmodulation während einer Blockierschutzregelung. Über eine Sammelleitung 11 werden die Ventile durch den ABS-Regler 4 gesteuert. Eingangssignale zur Gewinnung der Bremsdrucksteuersignale werden dem ABS-Regler 4 über eine Mehrfachleitung 12 zugeführt; wichtige Eingangsinformationen für einen ABS-Regler werden bekanntlich durch radindividuelle Drehgeschwindigkeitssensoren gewonnen.

Hauptylinder 5 und Bremskraftverstärker 6 nach Fig. 1 arbeiten bei Teilbremsungen, d. h. bei Bremsvorgängen ohne Ansprechen der Regelung, in konventioneller Weise.

Kriterium für eine Panik- oder Notbremsung ist das Überschreiten einer bestimmten Pedal- bzw. Pedalbetätigungsgeschwindigkeit. Wird die Zuschaltsschwelle überschritten, setzt die Fremdkraftansteuerung ein, indem über den Ausgang A1 des Steuergerätes 2 das elektromechanische Ventil 8 angesteuert wird, dadurch Druckausgleich in der Unterdruckkammer 10 des Unterdruck-Bremskraftverstärkers 6 herbeigeführt und der Bremskraftverstärker 6 voll angesteuert wird. Nach dem Erreichen der Zuschaltsschwelle wird also in den Bremskreisen I, II der Bremsanlage ein Bremsdruck aufgebaut, der nicht mehr der Pedalkraft F proportional ist, sondern über den der Pedalkraft F entsprechenden Druck hinausgeht. Ein ungewolltes Überschreiten der Zuschaltsschwelle, obwohl nur eine Teilbremsung beabsichtigt war, kann folglich im Verkehrsgeschehen zu gefährlichen Situationen führen.

Die Zuschaltsschwelle, nämlich der Geschwindigkeitswert der Pedalbetätigung, bei dessen Erreichen oder Überschreiten die Fremdkraftansteuerung einsetzt, wird durch einen Grundwert GW definiert, der mit ei-

nem von der Fahrzeuggeschwindigkeit abhängigen Faktor K_v und mit einem von der Pedal- bzw. Membranstellung abhängigen Faktor K_s multipliziert wird. Fig. 2A zeigt den grundsätzlichen Verlauf des von der Fahrzeuggeschwindigkeit abhängigen Faktors K_v . Fig. 2B den Verlauf des Faktors K_s über dem Membranweg. Bei den Kurven nach Fig. 2A und 2B wurde für alle Größen ein linearer Maßstab gewählt.

Gemäß Fig. 2A ist bei geringer Geschwindigkeit der Faktor K_v relativ hoch, nimmt mit wachsender Geschwindigkeit ab, um schließlich ab einer vorgegebenen Geschwindigkeitsschwelle in einen konstanten Wert K_{v0} überzugehen. Der von der Membran- oder Pedalstellung S_{ped} abhängige Faktor zeigt ein ähnliches Bild. Bei Pedalverschiebung ist anfangs der Faktor K_s relativ hoch, nimmt bei fortschreitender Pedalverschiebung zunächst ab, um nach dem Erreichen einer bestimmten Pedalstellung in einen konstanten Wert überzugehen.

Die tatsächlich mit einer bestimmten Pedalkraft F hervorgerufene Pedalbetätigungs- bzw. Membranverschiebungsgeschwindigkeit V_{ped} hängt jedoch in einem hohen Maße von der Pedalbetätigungscharakteristik ab, die das "Pedalgefühl" prägt. Diese Pedalbetätigungscharakteristik wird jedoch bei gleichem Fahrzeug und gleicher Bremsanlage in hohem Maße von der jeweiligen Bremseneinstellung bzw. von Fertigungstoleranzen, vom Leerweg, der Belagqualität usw. und ganz besonders von dem Betriebszustand der Bremsanlage bestimmt. Eine ungenügende Entlüftung der Bremsanlage macht sich sehr stark bemerkbar. Die Abweichungen von den gewünschten Werten der Pedalbetätigungscharakteristik, d. h. von den Sollwerten oder von den Serien-Mittelwerten, sind erheblich. Fig. 2C, die den Pedalweg S_{ped} über dem hydraulischen Druck p_{hyd} in der Bremsanlage wiedergibt, veranschaulicht die in der Praxis auftretenden Toleranzen. Die mittlere, durchgezogene Kennlinie bezieht sich auf den Sollwert oder Serien-Mittelwert, während die gestrichelte obere Kurve 1 eine Bremse mit "weichem" Pedalgefühl, die untere gestrichelte Kurve 2 eine Bremsanlage mit "harter" Pedalbetätigungscharakteristik wiedergibt. Im Vergleich zu dem Sollwert nach der Kurve SW weist das Verhalten der Bremse nach Kurve 1 auf einen ungünstigen Betriebszustand, auf Luft in der Bremsanlage oder auf andere nachteilige Effekte hin. Eine Bremsanlage mit dem Verhalten nach Kurve 2 liegt über dem Qualitätsstandard nach dem Serien-Mittelwert oder Sollwert SW.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren werden nun die Fertigungstoleranzen und nachteilige Einflüsse, die hohe Abweichungen der Pedalbetätigungscharakteristik von dem Sollwert zur Folge haben, ausgeglichen oder zumindest gemildert. Hierzu wird bei jeder Teilbremsung der tatsächliche Pedalwert S_{ist} mit Hilfe des Pedalweg- oder Membranwegsensoren 7 gemessen und außerdem die bei diesem Bremsvorgang erreichte Verzögerung A_{ist} des Fahrzeugs aus der Fahrzeuggeschwindigkeit und deren zeitlichen Änderung errechnet. Diese Verzögerung a_{ist} läßt auf einen bestimmten Bremsdruck p_{ist} schließen. Durch Vergleich der Ist-Werte mit den Sollwerten wird ein Korrekturfaktor ermittelt, der die Abweichung der Ist-Werte von den Sollwerten wiedergibt. Der die Zuschaltsschwelle bestimmende Grundwert GW (oder das Produkt aus Grundwert und den Faktoren K_v und K_s) wird mit diesem Korrekturfaktor multipliziert und dadurch die Zuschaltsschwelle in der gewünschten Weise verschoben. Auf Basis der Messungen und Sollwert-Ist-Wert-Vergleiche während der einzelnen Teilbremsungen wird in einem

Lernverfahren ein Anpassungsfaktor A_K gebildet, z. B. durch Mittelwertbildung über eine bestimmte Zahl aufeinanderfolgender Teilbremsungen.

Eine Möglichkeit zur Bildung des Korrekturfaktors besteht darin, den Ist-Wert der Pedalstellung oder der Membran-Stellung S_{Ist} mit Hilfe des Wegsensors 7 zu messen, diesen Ist-Wert S_{Ist} mit dem zugehörigen Sollwert des Bremsdruckes oder Sollwert der Verzögerung a_{Soll} zu vergleichen und schließlich diesen Sollwert a_{Soll} mit dem Ist-Wert der Fahrzeugverzögerung, die sich durch zeitliche Ableitung der Fahrzeuggeschwindigkeit bestimmen läßt, in Relation zu setzen. Der Korrekturfaktor F_{K1} ergibt sich dann aus der Beziehung

$$F_{K1} = a_{Soll}/a_{Ist}$$

Der Korrekturfaktor könnte auch in entsprechender Weise durch die Beziehung

$$F'_{K1} = p_{Soll}/p_{Ist}$$

definiert werden; p_{Soll} ist der erwartete hydraulische Bremsdruck, p_{Ist} der tatsächlich gemessene oder aus der tatsächlichen Fahrzeugverzögerung errechnete Bremsdruck.

Andererseits müßte es auch möglich sein, den Korrekturfaktor F_{K2} durch die Beziehung

$$F_{K2} = s_{Ist}/s_{Soll}$$

zu definieren, wobei wiederum s_{Soll} durch tabellarische Zuordnung des Soll-Bremsdruckes oder der Soll-Fahrzeugverzögerung zu dem tatsächlichen Pedalweg s_{Ist} ermittelt werden kann.

Da die einzelnen Teilbremsungen durch überlagerte Effekte, wie geringes Gefälle oder Anstieg, unterschiedliche Pedalkräfte, Nichtlinearitäten usw. voneinander abweichen, ist es erforderlich, aus den einzelnen Bremsvorgängen bzw. Meßvorgängen oder aus den jeweils errechneten Korrekturfaktoren Mittelwerte zu bilden und aus diesen dann in einem Lernverfahren den Anpassungsfaktor A_K abzuleiten. Beispielsweise können bereits durch Mittelwertbildung über fünf "Normal"-Teilbremsungen brauchbare Korrekturwerte abgeleitet werden.

Als "normal" werden hierbei Bremsvorgänge angesehen, bei denen das Fahrzeug auf einigermaßen ebener Straße fährt; Sonderfälle, wie Bergfahrt oder Talfahrt, die beim Vergleich der Ist-Werte mit den Sollwerten zu Fehlinterpretationen führen könnten, werden durch Plausibilitätsüberlegungen bei der Berechnung der Korrektur- und Anpassungsfaktoren bzw. bei der Mittelwertbildung ausgeschlossen.

Der zuvor definierte Korrekturfaktor F_{K1} , F'_{K1} , F_{K2} gibt Auskunft über den Zustand der Bremsanlage und über die Abweichung von den Sollwerten oder Serien-Mittelwerten. Dies gilt natürlich ebenfalls für den z. B. durch Mittelung aus den Korrekturfaktoren gewonnenen Anpassungsfaktor. Ist im vorliegenden Fall der Faktor $F_K = 1$, entspricht die Bremsanlage dem Serienmittelwert. Ist $F_K > 1$, handelt es sich um eine vergleichsweise schlichte Anlage mit weichem Pedalgefühl; bei $F_K < 1$ liegt die Anlage und ihr Betriebszustand über dem Durchschnitt.

Das Lernverfahren läßt sich je nach Fahrzeugart und gewünschter Pedalbetätigungscharakteristik in unterschiedlicher Weise ausführen. Es ist möglich, das Lernverfahren erst nach einer bestimmten Anzahl von Teil-

bremsungen in Gang zu setzen. Die Lernprozedur kann bei jedem Starten des Fahrzeugmotors erneut beginnen oder von dem zuvor erlernten Wert auszugehen. In jedem Falle dürfte es sinnvoll sein, die Korrektur der anfänglichen Zuschaltsschwelle durch den erlernten Korrektur- und Anpassungsfaktor in relativ kleinen, für den Fahrer unmerklichen, zumindest nicht störenden Schritten durchzuführen.

Die Errechnung der Korrektur- und Anpassungsfaktoren im Steuergerät 2 läßt sich mit elektronischer Hardware oder, wie heutzutage üblich, durch Datenverarbeitung, beispielsweise mit Hilfe eines Mikrocontrollers, verwirklichen. Dem Fachmann stehen beide Möglichkeiten und Mischformen zur Verfügung.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung des Bremsdruckes einer Kraftfahrzeug-Bremsanlage in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit der Pedalbetätigung, mit Hilfe eines Bremsdruckgebers, der beim Überschreiten einer Zuschaltsschwelle durch eine Fremdkraft angesteuert wird, wobei die Zuschaltsschwelle aus einem von der Pedalgeschwindigkeit abhängigen Schwellwert oder Grundwert und aus von der Fahrzeuggeschwindigkeit sowie von dem Pedalweg abhängigen Faktoren gebildet wird, dadurch gekennzeichnet,

- daß bei Teilbremsungen die Ist-Werte des Pedalwegs (S_{Ist}) und/oder der Fahrzeugverzögerung (a_{Ist}) und/oder des Bremsdruckes (p_{Ist}) ermittelt werden,
- daß die Istwerte mit Sollwerten, die Vorgaben, Serien-Mittelwerte oder dergl. sind, verglichen werden,
- daß aus der jeweiligen Abweichung der Ist-Werte von den Sollwerten Korrekturfaktoren (F_{K1} , F'_{K1} , F_{K2}) ermittelt werden,
- daß in einem Lernverfahren über nacheinanderfolgende Teilbremsungen ein Anpassungsfaktor (A_K) gebildet wird und
- daß zur Bildung der Zuschaltsschwelle der Grundwert (GW) zusätzlich mit dem Anpassungsfaktor multipliziert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß während der einzelnen Teilbremsungen die Ist-Werte des Pedalwegs (S_{Ist}) und der Beschleunigung (a_{Ist}) gemessen werden, der Ist-Wert des Pedalweges (S_{Ist}) mit dem Sollwert der Fahrzeugverzögerung (a_{Soll}) oder mit dem Sollwert des Bremsdruckes (p_{Soll}) verglichen wird und ein Korrekturfaktor (F_{K1} , F'_{K1}) nach der Beziehung

$$F_{K1} = a_{Soll}/a_{Ist} \text{ oder} \\ F'_{K1} = p_{Soll}/p_{Ist}$$

gebildet wird, wobei bedeuten

$$a_{Soll} = \text{Sollwert der Fahrzeugbeschleunigung} \\ a_{Ist} = \text{Ist-Wert der Fahrzeugbeschleunigung} \\ p_{Soll} = \text{Soll-Bremsdruck} \\ p_{Ist} = \text{Ist-Bremsdruck}$$

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß während der einzelnen Teilbremsungen die Ist-Werte des Pedalwegs (S_{Ist}) und der Beschleunigung (a_{Ist}) oder des Bremsdruckes (p_{Ist}) gemessen werden, der Ist-Wert der Fahrzeugverzögerung (a_{Ist}) oder des Bremsdruckes (p_{Ist}) mit dem Sollwert des Pedalweges (s_{Soll}) verglichen wird und

ein Korrekturfaktor (F_{K2}) nach der Beziehung

$$F_{K2} = s_{1st}/s_{Sol}$$

gebildet wird.

4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Anpassungsfaktor (A_K) durch Mittelwertbildung über nacheinanderfolgende Teilbremsungen, bei denen der Pedalweg und/oder die Fahrzeugverzögerung vorgegebene Mindestwerte überschreiten, gebildet wird.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrekturfaktoren (F_{K1} , $F_{K1'}$, F_{K2}) durch Vergleich der Ist-Werte mit tabellarisch gespeicherten Sollwerten, z. B. im Festwertspeicher eines Mikrocontrollers, ermittelt werden.

6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß im Rahmen des Lernverfahrens bzw. bei der Mittelwertbildung zur Bestimmung des Anpassungsfaktors außergewöhnliche, z. B. durch Berg- oder Talfahrt oder durch einen Regelvorgang bedingte Meßwerte ausgeschlossen werden.

7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Pedalbetätigungsgeschwindigkeit bei Verwendung eines mit einem Unterdruck-Bremskraftverstärker (6) ausgerüsteten Bremsdruckgebers (1) mit Hilfe eines des Membranweg des Bremskraftverstärkers (6) messenden Sensors (7) ermittelt wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

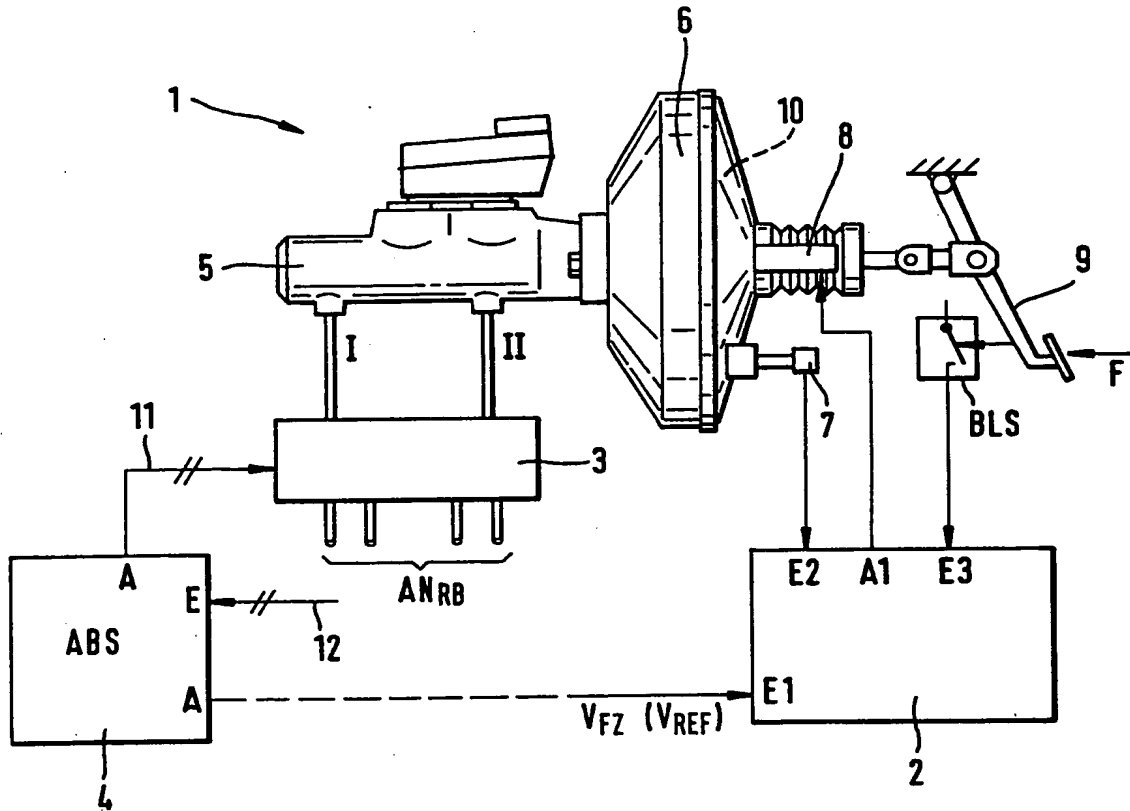


Fig. 1

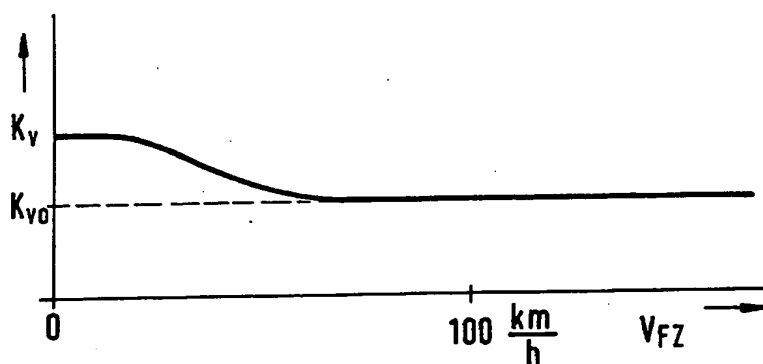


Fig. 2A

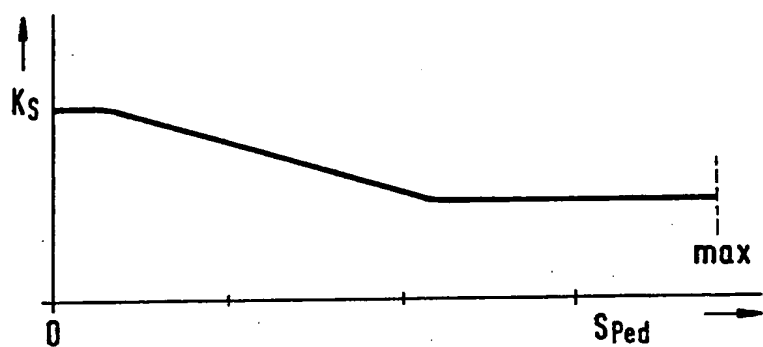


Fig. 2B

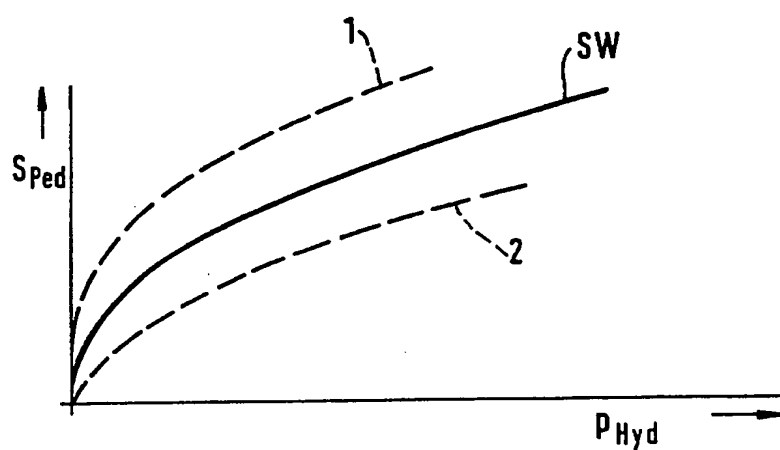


Fig. 2C